Université Abdelmalek Essâadi
Faculté des Sciences
Département de Physique
Tétouan

Année : 2006/2007
SMA-SMI

BOUKHOBZA OMAR

TD d'Eléctricité
Série n° 4

Exercice 1 :

On considère un métal dans lequel la conduction est assurée par des électrons de charge $-e$ et de masse m ; n est la concentration. A l'instant $t = 0$, la vitesse moyenne des électrons libres est supposée nulle. On applique un champ électrique statique uniforme de vecteur $\vec{E}$ qui communique aux électrons de conduction une vitesse moyenne $\vec{v}$. Les électrons subissent de la part du matériau une force résistance, aux frottements visqueux, de la forme :

$$\vec{f} = -(m/\tau_r)\vec{v} \qquad \text{où } \tau_r \text{ est le temps de relaxation des électrons.}$$

1. Ecrire l'équation différentielle du mouvement des électrons.
2. Intégrer cette équation et en déduire la variation de $\vec{v}(t)$
3. Montrer que s'établit un régime permanent correspondant à une vitesse limite $\vec{v}_\ell$ que l'on déterminera.
4. A quel instant t_1, fonction de τ_r, $\|\vec{v}\|$ est-elle égale à 95 % de $\|\vec{v}_\ell\|$?

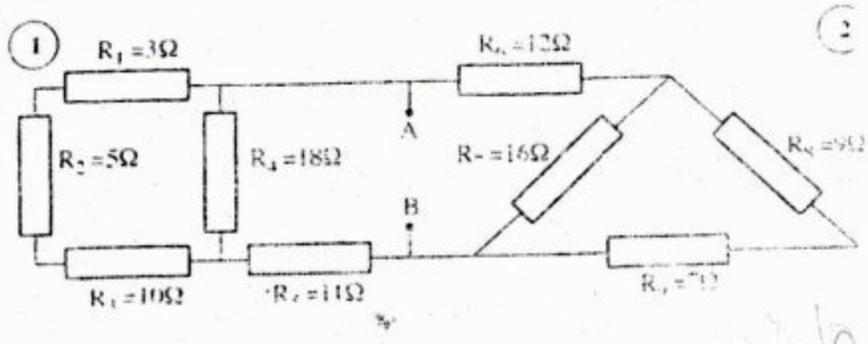
Exercice 2 :

Un fil cylindrique homogène d'axe Ox, de section droite s, de longueur ℓ et de résistivité ρ, est soumis à la différence de potentiel $V_1 - V_2$ appliquée entre ses extrémités. Le vecteur densité de courant $\vec{J}$ (M) = $j\,\vec{e}_x$ est constant à l'intérieur du conducteur.

1. Calculer en fonction de j et de s l'intensité I du courant qui parcourt le conducteur.
2. Déterminer en fonction de $V_1 - V_2$ le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ dans le conducteur.
3. Déduire de la loi d'Ohm locale les expressions de la loi d'Ohm macroscopique et de la résistance du conducteur.
4. Etablir l'expression de la loi de Joule macroscopique à partir de celles de $\vec{j}$ et de $\vec{E}$.

Exercice 3 :

Déterminer la résistance équivalente entre A et B de l'association de conducteurs représentée sur la figure suivante :



ETUSUP .com

17/3/08

SÉRIE n° 4

EXERCICE 1

① Les électrons subissent les forces :

$\vec{F}$: La force électrostatique.

$\vec{f}$: force de frottement

$\vec{P}$: le poids (il est négligeable)

On applique la relation fondamentale de la dynamique :

$$\sum \vec{F} = m\vec{\gamma}$$

$$\Leftrightarrow \vec{F_e} + \vec{f} = m\vec{\gamma}$$

$$\Leftrightarrow q\vec{E} - \left(\frac{m}{\tau_r}\right)\vec{v} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$-e\vec{E} - \left(\frac{m}{\tau_r}\right)\vec{v} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\frac{d\vec{v}}{dt} + \left(\frac{1}{\tau_r}\right)\vec{v} = -\frac{e}{m}\vec{E}} \quad (E)$$

Eqt différentielle du mvt des électrons.

② Solution de (E) sans second membre :

$$\frac{d\vec{v}}{dt} + \left(\frac{1}{\tau_r}\right)\vec{v} = 0 \Leftrightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = \left(-\frac{1}{\tau_r}\right)\vec{v}$$

$$\vec{v} = \vec{k}\, e^{-\frac{1}{\tau_r}t}$$

①

. Solution particulière :

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \overset{dE}{\Rightarrow} \vec{v} = -\frac{e}{m}\tau_r \vec{E}$$

②

. Solution générale : ① + ②.

par suite :

$$\vec{v} = \vec{k}\, e^{-\frac{1}{\tau_r}t} - \frac{e}{m}\tau_r\vec{E}$$

en $t=0$: $\rightarrow v(0) = 0$

$$0 = \vec{k} - \frac{e}{m}\tau_r\vec{E} \Rightarrow \vec{k} = \frac{e}{m}\tau_r\vec{E}$$

$$\vec{v} = \frac{e}{m}\tau_r\vec{E}\, e^{-\frac{1}{\tau_r}t} - \frac{e}{m}\tau_r\vec{E}$$

$$= \frac{e}{m}\tau_r\vec{E}\left(e^{-\frac{1}{\tau_r}t} - 1\right) = -\frac{e}{m}\tau_r\vec{E}\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau_r}t}\right)$$

④

$$\|\vec{v}\| = v = \frac{e}{m}\tau_r E\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau_r}t}\right)$$

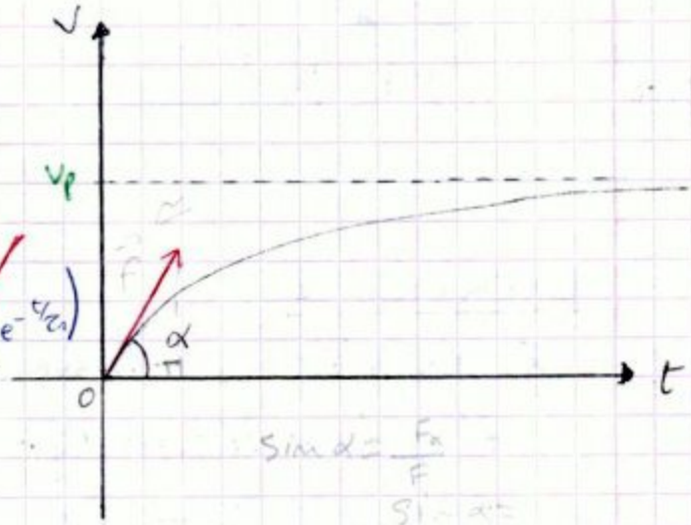
ETUSUP .com

$v_\ell = \frac{e}{m}\tau_r E$ et $\vec{v_\ell} = -\frac{e}{m}\tau_r \vec{E}$

$v = \frac{e}{m}\tau_r E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_r}}\right)$

$\frac{dv}{dt}(0) = +\frac{1}{\tau_r}\cdot\frac{e\tau_r}{m}E.\, e^{-t/\tau_r}$

car $\left(\frac{dv}{dt} = \frac{e}{m}\tau_r E\,(1 - \underbrace{e^{-t/\tau_r}}_{\to 0 + \frac{1}{\tau_r}e^{-t/\tau_r}})'\right)$



$t = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{eE}{m} = \tan\alpha$?

$v = v_\ell\left(1 - e^{\frac{1}{\tau_r}t}\right)$

④ Si $\|\vec{v}\| = \frac{95}{100}\|\vec{v_\ell}\|$

alors: $\frac{e}{m}\tau_r E\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau_r}t_1}\right) = \frac{95}{100}\frac{e\tau_r}{m}E$

$\Leftrightarrow 1 - e^{-\frac{1}{\tau_r}t_1} = \frac{95}{100} = \frac{19}{20}$

$\Leftrightarrow e^{-\frac{1}{\tau_r}t_1} = 1 - \frac{19}{20} = \frac{20-19}{20} = \frac{1}{20}$

$\Leftrightarrow e^{-\frac{1}{\tau_r}t_1} = \frac{1}{20} \Leftrightarrow \frac{1}{e^{\frac{1}{\tau_r}t_1}} = \frac{1}{20}$

$\Leftrightarrow e^{\frac{1}{\tau_r}t_1} = 20 \Leftrightarrow \ln e^{\frac{1}{\tau_r}t_1} = \ln 20 \Leftrightarrow \frac{1}{\tau_r}t_1 = 3$

$\ln 20 = 2{,}99 \simeq 3$

$\boxed{t_1 = 3\tau_r}$

EXERCICE 2

① On a : $I = \int \vec{j}\cdot\vec{dS}$

et puisque $\vec{j}$ et $\vec{dS}$ sont colinéaires et ayant la même direction et le même sens, alors: $I = \int j\cdot dS$

$\Leftrightarrow I = j\int dS$

$\boxed{I = jS}$

② On a: $\vec{E} = -\vec{grad}\, v$ aussi: $v = -\int +\vec{E}\cdot\vec{d\ell}$

alors: $\vec{E} = -\frac{dv}{dt}$? $dv = -E\,d\ell$

$\int_1^\ell dv = -\int E\,d\ell \Leftrightarrow V_2 - V_1 = -E.\ell$

$\Leftrightarrow V_1 - V_2 = E.\ell$

$\Leftrightarrow \boxed{E = \frac{V_1 - V_2}{\ell}}$

ETUSUP .com

③ Loi d'Ohm locale : $j = \sigma E$

$$\Leftrightarrow j = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{V_1 - V_2}{l} \Leftrightarrow j = \frac{1}{\rho} \frac{R.I}{l} \quad (*)$$

et on a à partir de la première question : ①

$$I = j.S$$

alors : $j = \frac{I}{S}$ (**)

De (*) et (**) on obtient : $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{RI}{l} = \frac{I}{S}$

$$\Leftrightarrow \frac{R}{\rho.l} = \frac{1}{S} \Leftrightarrow R.S = \rho.l$$

$$\Leftrightarrow \boxed{R = \frac{\rho.l}{S}}$$

④ $\frac{dP}{d\tau} = \vec{j}.\vec{E} = \frac{E}{S}$

$$\frac{dP}{d\tau} = j.E = \frac{I}{S} \cdot \frac{V_1 - V_2}{l}$$

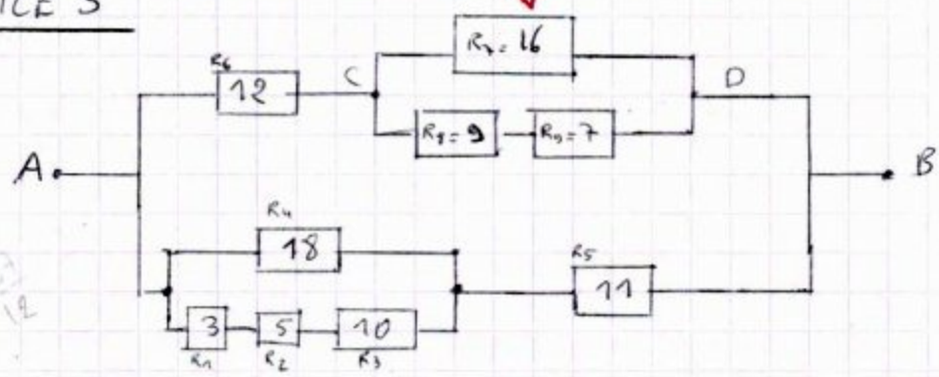
$$P = \int \frac{I}{S} \cdot \frac{V_1 - V_2}{l} \, d\tau$$

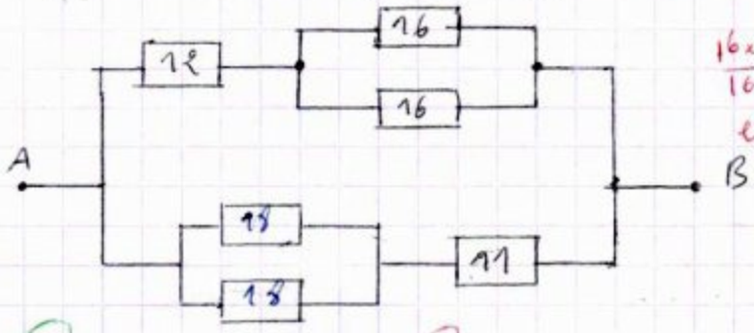
$$= \frac{I(V_1 - V_2)}{Sl} \int d\tau = \tau \quad \text{avec } \tau = S.l$$

$$= \frac{I(V_1 - V_2)}{S/l} \cdot S/l$$

$$\boxed{P = I(V_1 - V_2)}$$

EXERCICE 3





$\frac{16 \times 16}{16+16} = \frac{256}{32} = 8$

et $8 + 12 = \underline{20}$

$$R_{1//2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

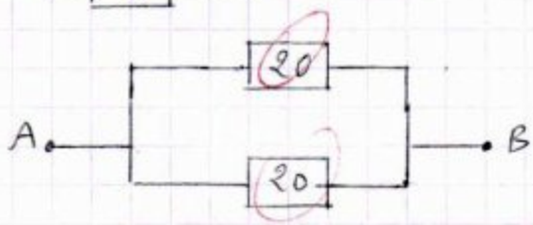
or si $R_1 = R_2 = R$

$$R_{1//2} = \frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$

$\frac{18 \times 18}{18+18} = \frac{324}{36} = \frac{108}{12} = \frac{36}{4} = 9$

et $9 + 11 = \underline{20}$

⑤



$$\boxed{R_{AB} = 10\ \Omega}$$

ETUSUP .com

ETUSUP.com

Programmation
Cours
Informatique
Optique
Chimie
Algébre
Corrigés
Mathématiques
Travaux Pratiques
Electricité
Physique
Résumés
Analyse
Diapo
Exercices
Livres
Contrôles Continus
Langues
MTU
Mécanique
Thermodynamique
Multimedia
Divers
Economie
Travaux Dirigés
Droit
Chimie Organique

et encore plus..

ETUSUP.com